

RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS

ÉQUIPEMENTS RÉCENTS DU LABORATOIRE D'ESSAIS
DES SERVICES DES APPROVISIONNEMENTS
DE LA
RÉGIE AUTONOME DES TRANSPORTS PARISIENS



Bid 0003

Équipements récents du laboratoire d'essais des services des approvisionnements de la Régie Autonome des Transports Parisiens

AVANT-PROPOS

par Monsieur Louis BETBEDER-MATIBET

Ingénieur en chef du service du contrôle et du laboratoire

Caractéristiques et activités principales du laboratoire

Dans son numéro de janvier 1955, le Bulletin d'information et de documentation de la Régie a déjà consacré un important article au service du contrôle et du laboratoire. Or, si dès cette époque, la division « contrôle » de ce service disposait de tous les locaux et matériels nécessaires à son fonctionnement, tel n'était pas encore le cas du laboratoire.

Il faut rappeler, en effet, que la construction et l'équipement de cet établissement, appelé à remplacer celui entièrement détruit au printemps de 1944, lors du bombardement de La Chapelle, ont fait l'objet d'un programme décennal dont la réalisation, entreprise en 1949, ne s'est achevée, comme prévu, qu'en 1959.

Ainsi, la Régie dispose-t-elle maintenant, 34, rue Championnet, dans les locaux dont les plans ci-dessous (fig. 1, 2, 3) donnent la disposition générale, d'un laboratoire en mesure de remplir complètement

le rôle qui lui est dévolu. Le moment est donc venu de faire connaître aux lecteurs du bulletin, déjà informés des installations antérieures à 1955 par la publication précitée, celles réalisées depuis. Tel est l'objet de l'article suivant de Monsieur Mendousse.

Mais puisque les colonnes du bulletin nous sont à nouveau ouvertes, l'occasion paraît bonne de rappeler brièvement ce qui fait l'originalité de ce laboratoire et les principaux aspects de son activité.

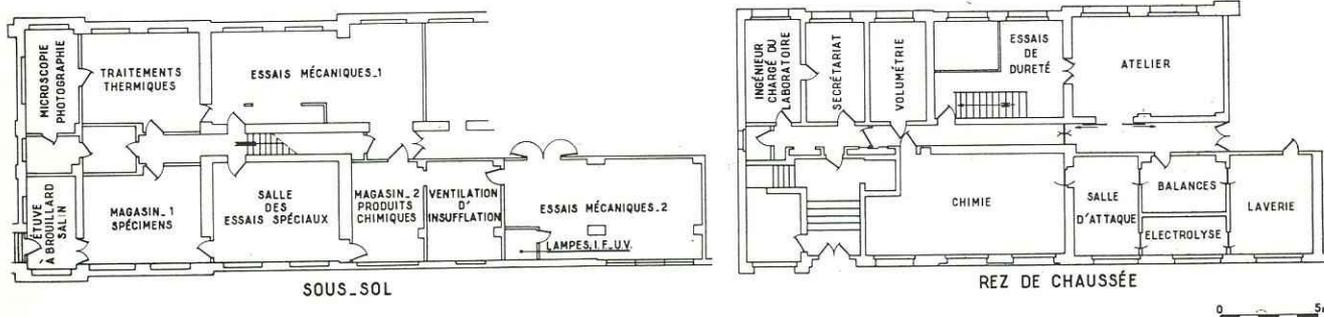


Fig. 1 2 et 3. — Plans du laboratoire d'essais.

I - CARACTÈRES ORIGINAUX DE L'ÉQUIPEMENT DU LABORATOIRE

1^o Ce qui caractérise en premier lieu notre laboratoire, c'est l'extrême diversité des produits soumis à son examen puisqu'il s'agit de toutes les matières nécessaires au fonctionnement de la Régie.

Le tableau ci-contre (fig. 4), où ces produits sont classés par grandes familles, est éloquent à cet égard.

L'équipement a dû naturellement tenir compte de cette très grande variété, mais des dispositions particulières ont été prises pour limiter le foisonnement d'appareils en les rendant aussi polyvalents que possible.

En voici trois exemples :

- la machine de traction de 60 tonnes peut, non seulement, rompre tous les types d'éprouvettes classiques, mais éprouver, en traction ou compression, par le jeu de montages et d'amarrages amovibles, des pièces ou des ensembles complexes comme les ressorts de suspension fabriqués dans les ateliers de la Régie ;
- notre grand microscope de métallographie est doté de très nombreux dispositifs et accessoires permettant son emploi pour l'examen des tissus, des papiers, des solutions colloïdales, etc. ;
- le triple banc pour essais de frottement, décrit plus loin, permet toute une gamme d'essais sur des produits très variés.

2^o La majorité des essais demandés au laboratoire ayant pour objet de permettre des jugements de valeur sur des lots de fournitures présentées en recette, les essais et les procès-verbaux correspondants doivent être achevés dans les moindres délais : d'où un grand nombre de dispositions propres à réduire les temps nécessaires à la préparation des éprouvettes et à l'exécution des essais. D'autre part, un planning détaillé de contrôle permet de suivre ces opérations au jour le jour et de répartir au mieux les tâches entre les opérateurs et entre les appareils.

3^o Si le laboratoire examine tous les produits consommés par la Régie, ceux qui intéressent particulièrement la sécurité et la régularité du trafic et ceux dont l'acquisition représente les plus grosses dépenses doivent naturellement faire l'objet des contrôles les plus sévères et des jugements les plus nuancés. C'est pour répondre à cette exigence que les moyens d'investigation sont les plus développés, par exemple dans le domaine des câbles électriques (d'éclairage, de signalisation, d'avertisseurs d'alarme, etc.), de l'éclairage du souterrain et des véhicules (incandescence et fluorescence), des équipements de freinage, des carburants et des lubrifiants.

Famille	Désignation
1	— Métaux
2	— Bois
3	— Combustibles
4	— Lubrifiants
5	— Produits chimiques
6	— Peintures
7	— Marchandises diverses et quincaillerie de bâtiment
8	— Boulonnerie, visserie, robinetterie, raccords
9	— Outillage
10	— Électricité générale
11	— Installations fixes
12	— Véhicules du réseau ferré
13	— Véhicules du réseau routier (Équipement mécanique et électrique)
14	— Véhicules du réseau routier (Carrosserie)
15	— Cartons à billets - Titres de transport
16	— Imprimés et articles de bureau
17	— Pneumatiques
18	— Carburants
19	— Habillement.

Fig. 4. — Familles de fournitures.

4^o) Certaines des installations réalisées ne peuvent avoir un caractère définitif : l'extraordinaire évolution des techniques à laquelle nous assistons provoque sans cesse l'apparition de nouveaux matériels ou matériaux et, simultanément, de procédés d'inspection toujours plus complets, plus précis, plus rapides. Des dispositions ont été prises pour permettre, aux moindres frais, l'adaptation nécessaire de l'équipement à cette évolution. Leur utilité s'est d'ailleurs déjà manifestée. Dès maintenant, en effet, nous contrôlons des matériaux et nous utilisons des appareils qui n'existaient pas lorsque le projet du laboratoire a été établi.

II - PRINCIPALES ACTIVITÉS DU LABORATOIRE

1^o Contrôle qualitatif des fournitures destinées à la Régie

Ce contrôle est la mission essentielle du service du contrôle et du laboratoire. Comment le laboratoire y participe-t-il ? Pour en donner une idée, il suffira de rappeler que la solution de tout problème technique d'approvisionnement comporte trois étapes ; il faut successivement :

- savoir ce que l'on veut ;
- le faire savoir aux fournisseurs éventuels ;
- veiller à ce que les produits livrés soient bien ceux qu'on attend.

En effet, le laboratoire intervient dans chacune de ces phases : dans la première, il participe au choix des matériaux, des traitements thermiques, des protections contre l'oxydation, des formes de pièces, etc., convenant le mieux à l'emploi considéré ; dans la seconde, à l'élaboration des spécifications techniques où figurent les qualités et performances imposées ainsi que la nature, le mode opératoire et le résultat attendu des essais permettant de les apprécier ; dans la dernière, enfin, il fait savoir, après avoir procédé à ces essais, si oui ou non, les spécimens offerts ou les produits présentés en recette satisfont aux conditions imposées.

Quand il s'agit de spécimens présentés par divers fournisseurs à l'occasion d'un appel d'offres, leur examen comparatif permet de donner la préférence à celui qui, compte tenu de sa valeur d'usage, est estimé le plus avantageux.

2° Examen de pièces usagées

L'inspection de pièces dont on se demande si elles doivent être retirées du service est une tâche importante du laboratoire ; le grand appareil de contrôle magnétique décrit plus loin est, en particulier, utilisé pour l'examen systématique de pièces démontées de véhicules passant en révision générale (les vilebrequins par exemple) ; si des fissurations sont amorcées, elles sont immédiatement décelées.

3° Examen de pièces réformées

Lorsque des pièces n'ont pas rendu les services attendus (usure prématurée, rupture), il importe de savoir si ce mécompte doit être attribué à un défaut d'élaboration ou d'usinage du matériau, à un défaut de forme ou de construction, à un entretien défectueux ou à une fatigue excessive.

L'inspection des pièces en question par le laboratoire fournit des renseignements précieux à ce sujet.

4° Enquêtes

Le laboratoire est, bien entendu, sollicité aussi à l'occasion d'enquêtes consécutives à des accidents ou incidents matériels. Il est chargé également de la détection de certaines fraudes en particulier sur les titres de transport.

5° Normalisation

Les efforts poursuivis en vue de diminuer la variété des produits consommés et de réduire ainsi leur prix et leur délai de livraison, requièrent aussi la participation du laboratoire.

Cette action s'exerce à la fois sur le plan de l'entreprise et sur le plan national. En effet, le service représente la Régie dans un grand nombre d'organismes de normalisation, en particulier :

- la commission des spécifications techniques de la S.N.C.F. ;
- les commissions techniques de l'AFNOR (contrôle statistique, lubrifiants, caoutchouc, matières plastiques, etc.) ;
- le groupe permanent d'études des marchés administratifs d'articles textiles (G.P.E.M.A. A.T.) ;
- le comité national du matériel d'incendie homologué (C.N.M.I.H.).

6° Études

Enfin des études, en nombre limité mais d'importance, sont confiées au laboratoire. Elles ont trait bien entendu à des problèmes d'un intérêt tout particulier pour la Régie. On peut citer parmi celles effectuées au cours des dernières années :

- la comparaison des coefficients de frottement des matériaux utilisés pour le freinage du matériel roulant ferroviaire (bois imprégné, fontes diverses, matières plastiques) et routier ;
- des essais de fatigue de pièces mécaniques diverses, en particulier des ressorts en spirale ;
- la recherche et la mise au point d'une méthode de dosage des hydrocarbures aromatiques dans les solvants complexes de peintures ;
- une étude très poussée sur le problème de la fragilité à basse température des aciers pour construction soudée (le bulletin de documentation de janvier-février 1960 a donné un aperçu de l'important rapport concluant ce travail).

Le laboratoire a même pris part à des recherches intéressantes des chemins de fer souterrains en projet à l'étranger : une étude a été faite sur les terrains de Rio de Janeiro, une autre sur des massifs d'ancrage destinés au métro de Lisbonne.

Equipements récents du laboratoire d'essais

par Monsieur Michel MENDOUSSE
Inspecteur au service du contrôle et du laboratoire

Le laboratoire d'essais s'était fixé, en 1955, un programme d'équipement qui obéissait à deux impératifs essentiels :

- d'une part, achever la réalisation du plan décennal de reconstruction par l'acquisition d'appareils d'utilisation générale ou polyvalente destinés à compléter son équipement de base ;
- d'autre part, étudier, choisir, installer ou parfois construire l'appareillage nécessaire au contrôle de fournitures ou de produits, tels que lampes fluorescentes, matières plastiques, huiles détergentes, dont l'emploi, actuellement sans cesse croissant, ne pouvait être prévu lors de l'établissement de ce plan en 1949.

Ainsi que le montre la description ci-après des différentes installations réalisées au cours de ces dernières années, cet objectif a été atteint de manière satisfaisante.

Parmi les appareils qualifiés d'utilisation générale ou polyvalente qui sont successivement décrits, il faut distinguer :

a) Les appareils pour essais mécaniques et parmi eux :

- la machine d'essai des garnitures de frein, des garnitures d'embrayage et des lubrifiants : c'est la réalisation la plus importante et la plus originale ; outre son utilisation pour les matériaux précités, elle pourra permettre, éventuellement, de nombreux essais d'usure ;
- l'appareil pour les essais de torsion des fils métalliques et des ressorts ;
- le mouton-pendule de 5 kgm pour les essais de résilience à basse température ;
- le dynamomètre de 250 kg pour les essais de traction ou de compression ;

b) Les appareils pour essais physico-chimiques ou mesures de caractéristiques physico-chimiques :

- l'étuve à brouillard salin, pour les essais de résistance à la corrosion ;
- le viscosimètre Brookfield ;

c) Les appareils pour les essais de contrôle non destructif :

- l'appareil Contromag pour la recherche des défauts superficiels sur les métaux (mention particulière doit être faite de cet appareil dont l'acquisition a été décidée après la participation du laboratoire au Congrès International de Bruxelles de 1955 consacré à l'étude des essais non destructifs) ;
- l'appareil Ferrotest pour le contrôle des livraisons de barres, tubes, profilés en métaux ferreux.

Dans le domaine de l'appareillage spécialisé destiné au contrôle de fournitures ou de matériaux de développement récent, sont classés :

- l'installation d'essai des lampes fluorescentes ;
- les appareils d'essais sur les isolants en matières thermoplastiques (chlorure de polyvinyle) ou thermodurcissables (à base de résines phénoplastes ou aminoplastes) :
 - plastomètre,
 - mouton-pendule de 0,25 ou 0,50 kgm,
 - pendule Dynstat,
 - appareil pour la mesure de la résistance à la combustion,
- l'appareil de distillation sous vide cathodique pour le contrôle des huiles de base des huiles détergentes

Enfin, sont à signaler, pour mémoire, des perfectionnements dont ont bénéficié certains appareillages déjà existants, tels que :

- le dispositif à polaroïdes dont a été pourvu le spectroscope, afin d'augmenter la précision des dosages d'éléments d'addition dans les alliages métalliques ;
- l'appareil pour le polissage électrolytique des échantillons de métaux destinés à l'examen micrographique ;
- les dispositifs permettant, sur le microscope métallographique, l'examen en contraste de phase et la mesure de la microdureté.

Signalons encore l'acquisition de petits appareils comme le flexiomètre Frank pour la mesure de la rigidité des cartonnettes pour machines Automaticket.

I — APPAREILS POUR ESSAIS MÉCANIQUES

1^o — Machine d'essai des garnitures de frein, des garnitures d'embrayage et des lubrifiants.

Cette machine a été construite d'après une spécification technique établie par la section « Etudes » du service (fig. 5).

Elle est destinée à effectuer principalement :

- des essais de garnitures de frein pour autobus ;
- des essais de garnitures d'embrayage pour autobus ;
- des essais de lubrifiants (graisses à roulements).

Elle comporte, à cet effet, trois bancs d'essai en construction soudée, un pour chaque catégorie d'essais ; ces bancs entraînés par un même moteur ne peuvent fonctionner simultanément.

Dans la conception générale de cet ensemble, on s'est attaché à reproduire, le plus fidèlement possible, les conditions d'utilisation des matériaux à éprouver.

C'est ainsi notamment que sur le banc d'essai des garnitures de frein, une combinaison de volants permet d'obtenir des énergies cinétiques proportionnelles à celles des véhicules en charge ou à vide ; les conditions de marche d'un autobus, entre 10 et 75 km/h, peuvent être reproduites sans solution de continuité ; la pression sur les garnitures de frein est également réglable et permet d'obtenir des arrêts allant du simple ralentissement au coup de frein brutal.

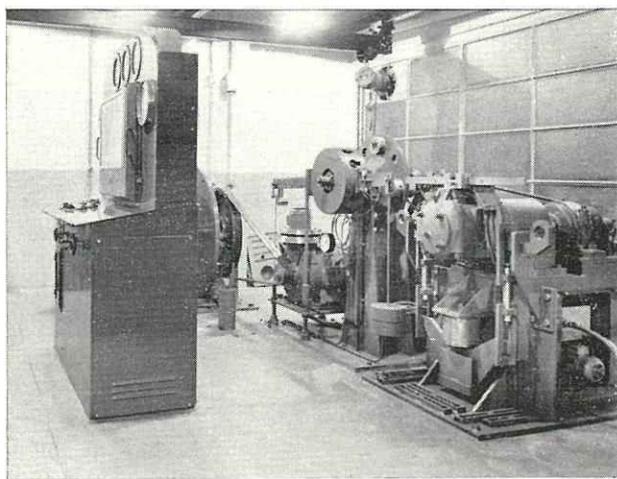


Fig. 5. — Vue générale de la machine d'essai des garnitures de frein, des garnitures d'embrayage et des lubrifiants.

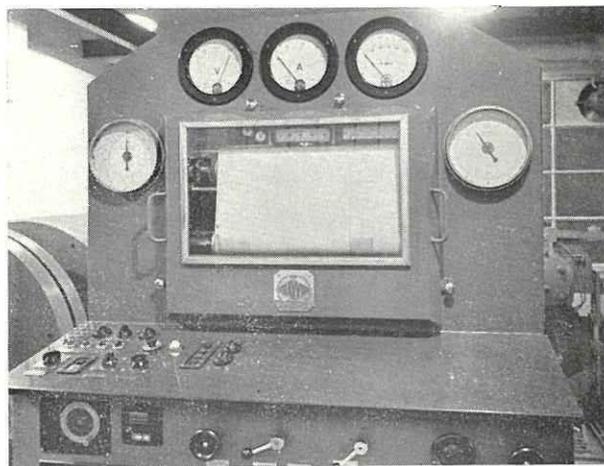


Fig. 6. — Partie supérieure du pupitre de commande.

Le banc d'essai des garnitures d'embrayage a été conçu avec la même préoccupation ; les caractéristiques des différents types d'embrayages utilisés par la Régie peuvent être reproduites en faisant varier la vitesse de rotation des garnitures, ou à l'aide de masses additionnelles, le moment d'inertie du volant.

Sur le banc d'essai des lubrifiants, la boîte d'essieu SKF à l'intérieur de laquelle sont essayées les graisses, peut recevoir une charge réglable de 1 à 10 tonnes ; on peut ainsi par exemple, soit se mettre dans les conditions d'une boîte d'essieu moteur ou d'essieu porteur de matériel ferroviaire, soit reproduire les conditions de travail des roulements de paliers d'induit de moteurs de traction. Un ventilateur placé sur un des côtés de la boîte peut, éventuellement, établir un courant d'air correspondant à la marche du train et assurer ainsi le refroidissement naturel de la boîte.

Au cours des essais, les différents paramètres (couples de frottement, températures, vitesses) sont mesurés et la variation de leurs valeurs en fonction du temps s'inscrit sur la bande d'un appareil enregistreur disposé, sous un capot vitré, sur la face antérieure du pupitre de commande (deux vitesses de déroulement de la bande d'enregistrement sont prévues : 3 et 180 mm/mn.).

Le pupitre de commande (fig. 6) renferme en outre :

- les appareils de mesure (dynamomètre de mesure des pressions, dynamomètre de mesure des couples de freinage ou d'embrayage, indicateurs de vitesse des bancs d'essai, indicateur de température, ampèremètre, voltmètre, wattmètre enregistreur, compteur du nombre de cycles de freinage ou d'embrayage) ;

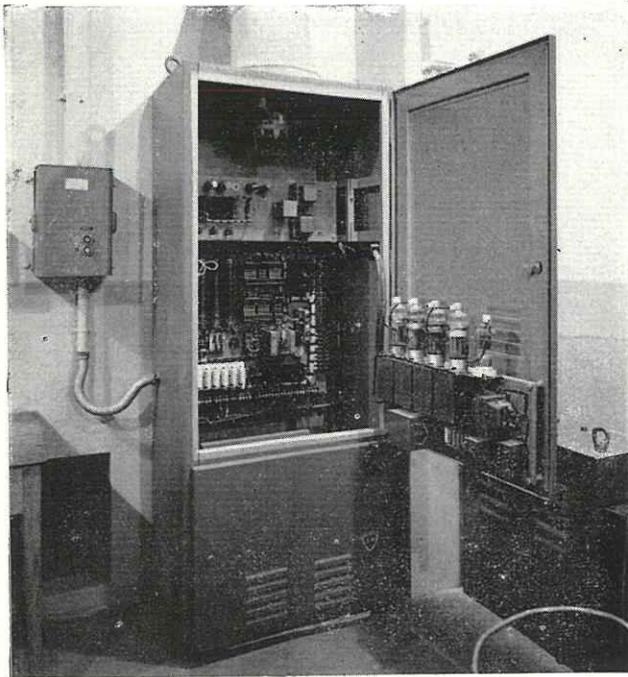


Fig. 7. — Armoire renfermant l'équipement électronique de commande du moteur.

- les commandes des circuits hydrauliques (distributeur hydro-électrique, dispositif de réglage et de maintien de charge constante) ;
- les commandes électriques (relais, contacteurs-disjoncteurs) ;
- le groupe moto-pompe d'alimentation des cylindres de frein, des cylindres de débrayage et du vérin de charge de la boîte d'essieu.

Le moteur et son équipement électronique, les bancs d'essai avec leurs caractéristiques principales sont décrits plus en détail ci-après.

Sur le banc des garnitures de frein et sur celui des

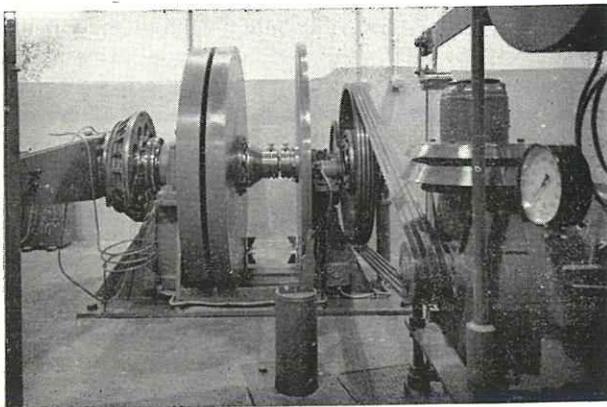


Fig. 8. — Banc d'essai des garnitures de frein, à gauche le tambour de frein.

lubrifiants, il a été prévu la possibilité d'effectuer des essais autres que ceux précités, tels qu'essais d'usure ou de flexion rotative, à l'aide de montages adaptés à chaque cas particulier.

a) Moteur et équipement électronique

Le moteur d'entraînement est du type à courant continu à excitation séparée et peut tourner dans les deux sens.

L'alimentation du moteur, la régulation de sa vitesse sont assurées par l'intermédiaire de thyristors (Fig. 7) alimentés eux-mêmes par un transformateur dont le primaire est relié au réseau triphasé, 220 volts entre phases, 50 Hz ; les enroulements secondaires fournissent :

- du courant tétraphasé sous tension de 350 volts entre phase et neutre, pour l'alimentation de l'induit par l'intermédiaire de 4 thyristors de puissance, redressant le courant tétraphasé ;
- du courant monophasé sous tension de 575 volts alimentant le circuit d'excitation, par l'intermédiaire d'un thyristor redresseur ;
- du courant monophasé sous tension de 110 volts pour l'alimentation des auxiliaires (transformateurs de chauffage des thyristors, contacteurs).

La régulation de la vitesse s'effectue par variation de la tension d'induit, en modifiant l'instant d'amorçage des thyristors et, par suite, la valeur moyenne de la tension redressée.

La vitesse du moteur peut être modifiée en agissant soit sur la tension d'induit, soit sur la tension d'excitation, successivement ou simultanément.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes :

- couple maximum égal à 4 mkg de 150 à 1500 tr/mn.
- puissance maximum égale à 8 ch de 1500 à 2300 tr/mn.

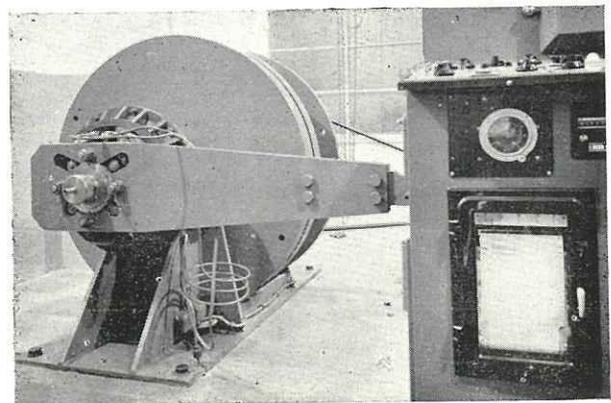


Fig. 9. — Banc d'essai des garnitures de frein. Au premier plan, le levier de transmission des couples.

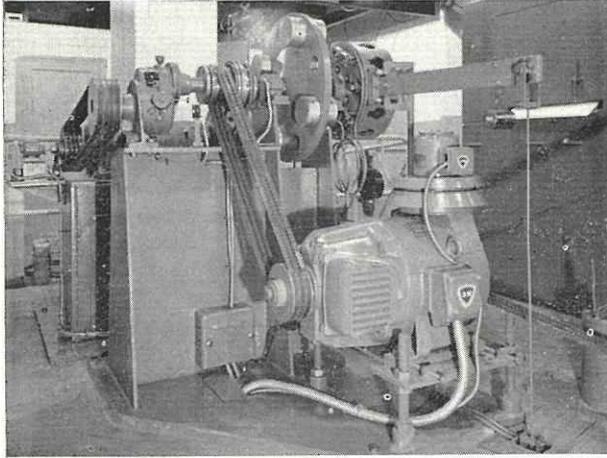


Fig. 10. — Banc d'essai des garnitures d'embrayage. Au premier plan le moteur d'entraînement.

b) Banc d'essai des garnitures de frein (fig. 8 et 9)

Les garnitures à essayer, au nombre de deux, sont rivées sur des segments de frein et absorbent, par frottement sur un tambour de frein, l'énergie cinétique emmagasinée par les volants montés sur l'arbre principal entre les deux paliers.

Le volant le plus proche du tambour de frein est directement fixé sur l'arbre; les deux autres sont montés sur roulements et peuvent être rendus solidaires de l'arbre par l'intermédiaire d'embrayages à crabots. Leurs moments d'inertie étant différents, cette disposition permet d'obtenir, suivant leur combinaison, plusieurs valeurs d'énergie cinétique pour une même vitesse de rotation, telles que, par exemple, celles ci-après correspondant à la vitesse de 265 tr/mn :

6 100 kgm — 8 600 kgm — 11 100 kgm — 13 600 kgm.

Les segments, fixés sur un support monté fou sur l'arbre, sont commandés par pression d'huile réglable de 0 à 70 kg/cm². A chaque coup de frein, un levier (fig. 9) solidaire de ce support transmet au dynamomètre sur le pupitre de commande, le couple de frottement entre les garnitures et le tambour.

La poulie d'entraînement est solidaire d'un embrayage électro-mécanique qui assure le maintien ou la suppression de l'effort moteur sur l'arbre.

La vitesse de rotation du tambour peut varier de 50 à 400 tr/mn; sa mesure est effectuée au moyen d'une magnéto tachymétrique installée sur le banc.

Des tambours de 420 à 600 mm de diamètre intérieur peuvent être montés sur l'arbre. Le montage de garnitures d'épaisseurs différentes (5, 8, 10, 12 ou 13 mm) a été prévu; leur largeur ne peut toutefois dépasser 50 mm.

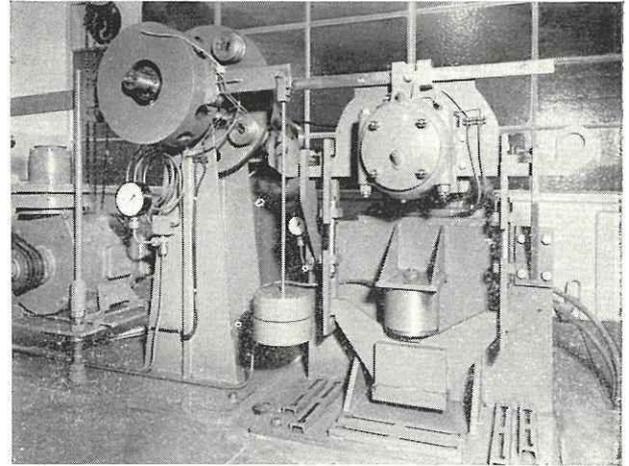


Fig. 11. — Banc d'essai des garnitures d'embrayage (à gauche) et celui des lubrifiants (à droite).

Les températures des garnitures et du tambour sont mesurées à l'aide de couples thermo-électriques fer-constantan reliés à l'indicateur-enregistreur sur le pupitre.

Un chrono-relais permet de réaliser, sans intervention de l'opérateur, la marche cyclique ci-après :

- lancement des volants pendant un temps réglable entre 5 s et 3 mn 30 s, sans toutefois dépasser la vitesse fixée à l'avance (une fois cette vitesse atteinte, le moteur continue de tourner à vitesse constante jusqu'à la fin de la temporisation);
- suppression de l'effort moteur sur l'arbre du banc par coupure du courant alimentant l'embrayage électro-mécanique et commande simultanée du freinage; pendant ce temps, le moteur est freiné sur résistance;
- dès l'arrêt, la pression de freinage est annulée; l'embrayage électro-mécanique, puis le moteur sont de nouveau alimentés pour le lancement des volants.

c) Banc d'essai des garnitures d'embrayage (fig. 10 et 11)

Les garnitures à essayer, au nombre de deux, sont montées sur chacune des faces d'un disque dont le moyeu cannelé coulisse sur l'extrémité de l'arbre principal. Un volant, comportant des masses additionnelles qui permettent de faire varier son moment d'inertie de 0,295 à 0,660 unité M.Kp.S., est également monté sur cet arbre.

Le volant est entraîné à une vitesse pouvant varier entre 200 et 1300 tr/mn par l'intermédiaire d'une poulie montée folle sur l'arbre et rendue solidaire de celui-ci par un embrayage électro-mécanique.

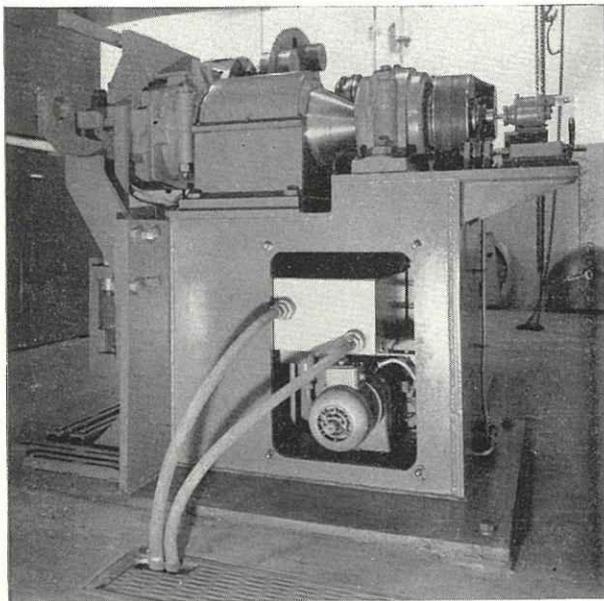


Fig. 12. — Banc d'essai des lubrifiants. En bas, pompe à huile pour le graissage du palier à coussinet lisse.

Au moment de l'embrayage, les garnitures sont serrées entre deux pistes en fonte qui absorbent par frottement l'énergie cinétique emmagasinée par le volant. Ces pistes sont elles-mêmes solidaires d'un levier (à gauche et en haut sur la fig. 11) qui transmet au dynamomètre fixé sur le pupitre de commande le couple de frottement entre les garnitures et les pistes.

L'application des pistes sur les garnitures est réalisée de manière progressive, reproduisant ainsi sensiblement le phénomène de « patinage de l'embrayage ».

Comme pour le banc d'essai des garnitures de frein, la mesure de la vitesse est effectuée au moyen d'une magnéto tachymétrique installée sur le banc.

La température de l'une des pistes de frottement est mesurée à l'aide d'un couple thermo-électrique fer-constantan.

Les dimensions des garnitures pouvant être montées sur le banc sont les suivantes :

- diamètre intérieur minimum : 205,0 mm
- diamètre extérieur maximum : 368,5 mm
- épaisseur maximum : 5,5 mm

Le dispositif de commande automatique prévu pour le banc des garnitures de frein peut également être utilisé pour celui des garnitures d'embrayage, permettant ainsi son fonctionnement selon un cycle pré-établi analogue à celui prévu pour les essais de garnitures de frein.

d) Banc d'essai des lubrifiants (fig. 11 et 12)

Le lubrifiant à essayer est placé à l'intérieur d'une boîte d'essieu SKF à deux roulements à rouleaux, montée en porte à faux sur la fusée d'un tronçon d'essieu porté par deux paliers solidaires d'un bâti. Afin de réaliser les conditions réelles de sollicitation du matériel roulant, l'un de ces paliers est situé à l'aplomb de la portée de calage de la roue; il s'ensuit que lors de l'application d'une charge sur la boîte, le tronçon d'essieu prend une flèche comparable à celle qu'il aurait dans la pratique.

Le dispositif d'application de la charge sur la boîte est le suivant : deux tirants verticaux sont reliés, d'une part, à un palonnier supérieur solidaire de la boîte, d'autre part, à un palonnier inférieur sur lequel agit un vérin hydraulique. L'ensemble constitue ainsi un parallélogramme articulé et se comporte, de ce fait, comme une balance. Toutes les articulations sont montées sur couteaux. La charge sur la boîte peut atteindre 10 tonnes.

La rotation de l'arbre tendant à entraîner la boîte, le déséquilibre créé par le couple de frottement est compensé et mesuré par un curseur que l'on déplace sur une règle graduée en cm.kg solidaire du palonnier supérieur. La valeur de ce couple permet de calculer le coefficient de frottement des roulements en fonction de la vitesse et de la charge pour des températures et des durées de fonctionnement déterminées.

La vitesse de rotation de l'arbre, variable de 100 à 2300 tr/mn, est transmise par l'intermédiaire d'une magnéto tachymétrique aux indicateurs du pupitre de commande.

La température de la boîte d'essieu est mesurée à l'aide de deux couples thermo-électriques fer-constantan ; deux thermomètres à mercure mesurent la température du lubrifiant essayé.

Un compteur totalisateur du nombre de tours de l'arbre est également fixé sur ce banc.

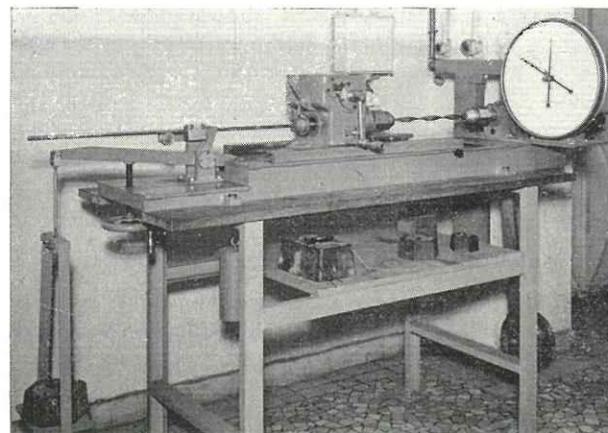


Fig. 13. — Appareil pour essais de torsion des fils et des ressorts métalliques.

2° — Appareil pour essais de torsion des fils métalliques et des ressorts (fig. 13)

Cet appareil permet d'effectuer les essais de torsion prévus par la norme N.F. A03-701 sur les fils jusqu'à 8 mm de diamètre et de déterminer notamment le couple ou la torsion à la limite d'élasticité conventionnelle de 2 degrés.

Des essais de torsion jusqu'à rupture peuvent aussi être effectués sur les fils et les plats : on examine alors l'aspect de la cassure qui, pour un métal homogène, doit être perpendiculaire à l'axe de l'éprouvette.

Les ressorts en hélice travaillant en torsion, les ressorts en spirale (type appareils Groom) sont également contrôlés sur ce banc.

Le dispositif d'essais se compose essentiellement de deux têtes, avec des mors pour ronds ou plats dans lesquels sont fixées les extrémités de l'éprouvette ; l'axe de l'éprouvette coïncide avec l'axe de rotation des têtes.

L'une des têtes est reliée à un dynamomètre-pendule à deux sensibilités (3000 et 12 000 mm. kg) pouvant dévier dans les deux sens ; le dynamomètre peut être bloqué pour les essais de rupture.

L'autre tête transmet le couple de torsion ; elle est solidaire, à cet effet, d'un arbre dont la rotation est

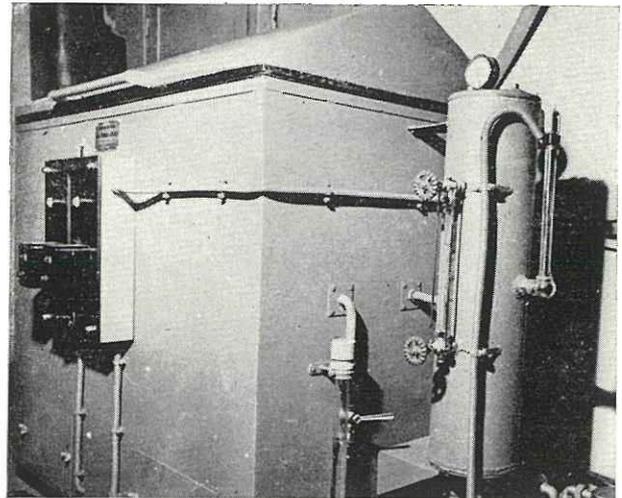


Fig. 16. — Etuve à brouillard salin.

commandée par une boîte à engrenages à deux vitesses ; cet arbre est lui-même coulissant sur son support et par l'intermédiaire d'une charge statique qui lui est appliquée, soumet l'éprouvette à un effort de traction constant de manière à maintenir son axe rectiligne durant l'essai. Cette tête est munie d'un cercle gradué de 0 à 360° dans les deux sens ; l'index indiquant le zéro se déplace au cours de l'essai et compense la rotation de la tête opposée sous l'effort de torsion, permettant ainsi, à tout instant de lire l'angle réel de torsion de l'éprouvette.

3° — Mouton-pendule de 5 kgm (fig. 14)

Le mouton-pendule de 5 kgm est utilisé pour les essais de flexion par choc des éprouvettes à faible résilience (éprouvette du type Schnadt, par exemple) ; il a notamment permis d'effectuer sur les aciers des essais de résilience à basse température (jusqu'à - 80° C).

Il présente la particularité d'avoir des appuis réglables et d'indiquer directement la valeur du travail de rupture.

4° — Dynamomètre de 250 kg (fig. 15)

Ce dynamomètre possède un équipement spécial pour les essais en traction ou en compression des ressorts en hélice (ressorts de soupapes, d'embrayages, de porte-balais, etc.) ; une règle graduée fixée à l'une des mâchoires d'amarrage permet la lecture directe de la longueur du ressort sous charge.

Trois échelles de sensibilité sont prévues : 50, 125 et 250 kg.

L'appareil peut également être utilisé pour les essais de résistance à la traction sur éprouvettes ne

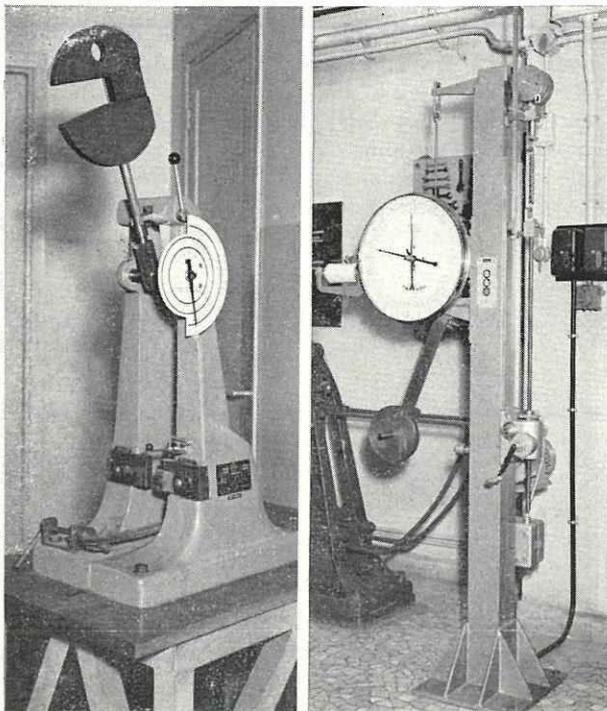


Fig. 14. — Mouton-pendule de 5 kgm.

Fig. 15. — Dynamomètre de 250 kg.



Fig. 17. — Viscosimètre Brookfield.

nécessitant pas un effort de rupture supérieur à 250 kg (texoïds, tissus, cuirs, caoutchouc).

II — APPAREILS POUR ESSAIS PHYSICO-CHIMIQUES OU MESURES DE CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

1^o — Étuve à brouillard salin (fig. 16)

Cet appareil permet des essais de corrosion accélérée, notamment sur les peintures, les revêtements métalliques (galvanisation, cadmiage, chromage, nickelage) dans les conditions prescrites par le projet de norme PN X 41-002. — Essai au brouillard salin.

Les éprouvettes sont placées dans une chambre de pulvérisation en tôle d'acier, calorifugée, protégée intérieurement par un revêtement en caoutchouc durci.

Au cours de l'essai, la température à l'intérieur de la chambre est maintenue à $35 \pm 2^{\circ} \text{C}$; la pression de l'air envoyé aux pulvérisateurs reste comprise entre 0,8 et 1,2 hpz. La pulvérisation du brouillard est continue.

Le degré de corrosion est défini par la durée d'exposition au bout de laquelle apparaissent des traces d'attaques (piqûres, boursouflures, pertes de masse).

2^o — Viscosimètre Brookfield (fig. 17)

Le viscosimètre Brookfield permet de mesurer la viscosité des peintures ou de produits de viscosité

supérieure à 1000 cSk (huiles, asphaltes) et d'étudier en particulier les phénomènes de thixotropie et de rhéopexie.

Le principe de l'appareil est le suivant : un moteur synchrone entraîne, par l'intermédiaire d'une boîte à 4 vitesses (2, 4, 10 et 20 tr/mn), un cadran et un mobile de révolution relié à une aiguille. La liaison entre le cadran et le mobile est assurée par un ressort spirale. Lorsque le mobile est immergé dans le liquide à examiner, le couple de frottement de viscosité est équilibré par la déformation angulaire du ressort et la déviation de l'aiguille par rapport au zéro du cadran est proportionnelle à la viscosité.

Pour faciliter la lecture de l'angle de déviation, un dispositif permet de bloquer le mobile par rapport au cadran, dès qu'il atteint sa position d'équilibre.

III — APPAREILS POUR ESSAIS DE CONTROLE NON DESTRUCTIF

1^o — Appareil Contromag (fig. 18)

L'appareil Contromag permet de détecter sur les pièces en métaux ferro-magnétiques, sans les détruire les défauts superficiels et les défauts internes peu éloignés de la surface du métal, tels que : criques, inclusions, tapures, etc..

L'appareil utilise, à cet effet, la méthode dite « magnétique » dont le principe est rappelé ci-après : la pièce à contrôler est soumise à un champ magnétique suffisamment intense pour l'amener à un état proche de la saturation magnétique. Lorsque la pièce est saine, les lignes de force dans le métal sont parallèles, mais dès qu'un défaut interne ou superficiel se présente, elles sont déviées et s'incurvent pour ne passer que dans la partie saine, provo-

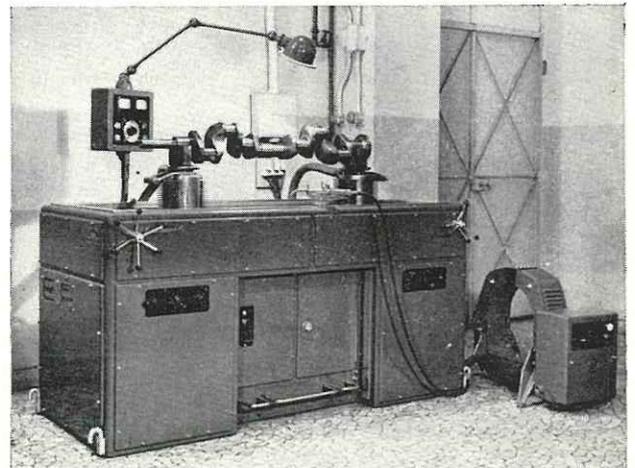


Fig. 18. — Appareil Contromag. A droite, le démagnétiseur.

quant ainsi une sursaturation magnétique dans la zone avoisinant le défaut. Un flux de fuite apparaît alors à la surface de la pièce ; on le matérialise en projetant sur la pièce un jet de pétrole contenant en suspension de très fines particules d'oxyde de fer. Ces particules sont alors fixées par les fuites provoquées par le défaut et dessinent par leur accumulation un spectre de la solution de continuité dans la pièce.

La détection est optimum si la direction du défaut est perpendiculaire à la direction du flux magnétique ; les défauts allongés parallèlement au champ ne sont pas révélés, aussi recourt-on à l'utilisation, d'une part, d'un champ longitudinal, d'autre part, d'un champ transversal :

- le champ longitudinal s'obtient en fermant le circuit magnétique d'un électro-aimant par la pièce à contrôler ; il permet ainsi de détecter les défauts transversaux ;
- le champ transversal s'obtient en faisant passer dans la pièce un courant alternatif à forte intensité (3000 A sous 3 à 4 V) ; ce courant engendre un champ circulaire permettant de déceler les défauts longitudinaux.

Le champ longitudinal et le champ transversal peuvent même être créés simultanément dans la pièce à contrôler ; les défauts, quelle que soit leur orientation, sont alors décelés, mais ce mode opératoire n'est cependant pas recommandé.

L'appareil acquis par le laboratoire se présente sous la forme d'un bâti contenant une cuve au-dessus de laquelle sont montées les têtes magnétiques. Ces têtes sont déplaçables longitudinalement, transversalement et orientables dans toutes les directions ; éventuellement, elles sont amovibles pour un contrôle à distance. Une pompe installée à l'intérieur de ce bâti assure l'alimentation du jet d'arrosage. Le ser-

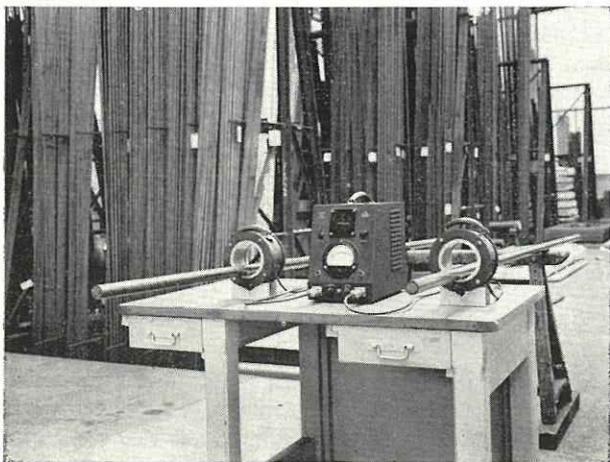


Fig. 19. — L'appareil Ferrottest installé dans le parc aux fers du Magasin Général.

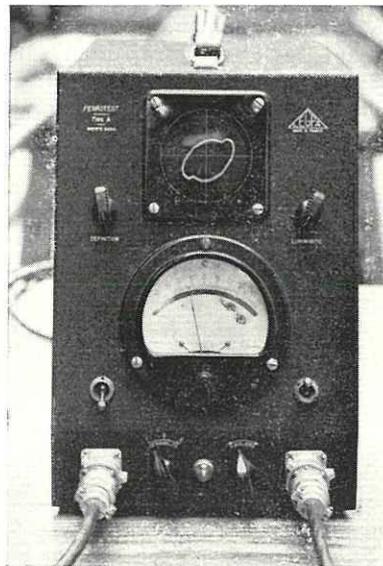


Fig. 20. — Appareil Ferrottest. Sur l'écran on distingue la courbe caractéristique de deux métaux différents.

rage et le desserrage des pièces entre les têtes magnétiques, les commandes des aimantations se font par pédales ; un tableau de contrôle permet de s'assurer du fonctionnement correct de l'appareillage. L'écartement maximum des têtes est suffisant pour des pièces de 1500 mm de longueur.

L'installation est complétée par un appareil de démagnétisation ; après un contrôle magnétoscopique, les pièces conservent généralement un magnétisme rémanent dont la valeur dépend de l'intensité du champ et de la composition du métal.

La méthode utilisée pour annuler la rémanence consiste à soumettre la pièce à un champ magnétique alternatif décroissant. Cette opération est réalisée grâce à un démagnétiseur (bobine parcourue par un courant alternatif à travers laquelle on fait passer la pièce à démagnétiser) ; la décroissance du champ est obtenue en éloignant lentement la pièce de la bobine.

2^o — Appareil Ferrottest (fig. 19 et 20)

Les méthodes statistiques de contrôle sont difficilement applicables aux livraisons de barres, tubes, profilés, effectuées à la Régie ; le nombre d'« individus » est généralement faible, l'identité de provenance n'est pas toujours assurée et un contrôle rigoureux de qualité conduit à un nombre relativement élevé de prélèvements : usinage des éprouvettes pour chaque échantillon prélevé, essais physiques, analyse chimique, rendent en fait un tel examen pratiquement irréalisable et disproportionné par rapport au coût du matériau.

Il a paru, en conséquence, opportun de procéder, avant tout essai de laboratoire, à un contrôle, par des moyens non destructifs, de l'homogénéité de chaque livraison, afin de n'effectuer ensuite qu'un seul prélèvement par lot de produits de structure identique : tel est le rôle de l'appareil Ferrotest, acquis par le laboratoire et installé dans le parc aux fers du Magasin Général.

L'appareil est conçu pour permettre la comparaison de deux métaux entre eux, à partir de leur cycle d'hystérésis ou plus exactement, d'après les variations de courbure en chaque point de ce cycle (perméabilité différentielle). Chaque métal est introduit à l'intérieur d'une bobine inductrice de 110 mm de diamètre intérieur, alimentée en courant alternatif; la courbe caractéristique résultant des différences de caractéristiques magnétiques de chacun des métaux apparaît sur l'écran d'un oscilloscope cathodique : une identité de structure est représentée par un trait horizontal continu.

En outre, un détecteur d'écarts traduit numériquement les différences très faibles peu visibles sur l'écran, et permet de fixer les limites acceptables entre métaux d'une même nuance.

Il découle de son principe que l'appareil ne peut être utilisé que pour les métaux et alliages ferromagnétiques.

Il faut également signaler son usage pour la remise en ordre d'un stock en cas de mélanges accidentels.

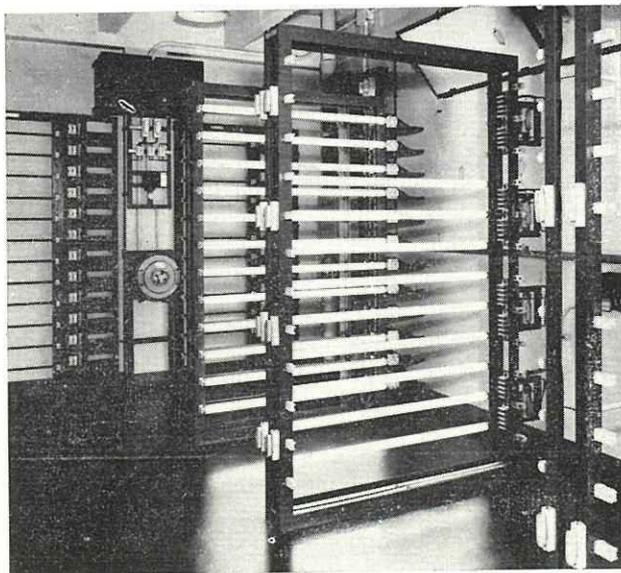


Fig. 21. — Herses pour les essais de lampes fluorescentes.



Fig. 22. — Colorimètre.

IV — INSTALLATION D'ESSAI DES LAMPES FLUORESCENTES

Cette installation, répartie dans deux salles du laboratoire d'électricité, permet d'effectuer sur les lampes fluorescentes :

- des essais de durée sous tension alternative ou continue;
- des mesures de caractéristiques photométriques et électriques;
- des mesures de colorimétrie.

a) Essais de durée sous tension alternative

Les lampes sont alimentées, par l'intermédiaire d'un alternostat, sous tension alternative de 115-120 V ou 200-220 V. Une minuterie commande le cycle d'allumages et d'extinctions prévu par la spécification internationale relative aux essais de lampes fluorescentes.

Les lampes soumises aux essais de durée sont montées sur des herses (fig. 21) ; trois d'entre elles sont prévues pour les essais sous tension alternative des lampes de 0,60 m, 1 m, et 1,20 m.

b) Essais de durée sous tension continue

Ces essais concernent les lampes fluorescentes du type à une bande d'amorçage pour les voitures du réseau ferré et celles du type à deux bandes d'amorçage pour les stations et accès du réseau ferré. Le courant continu (600 V) est fourni par un redresseur sec avec dispositifs de stabilisation à $\pm 2\%$ et de filtrage.

Une minuterie permet de réaliser un cycle d'allumages et d'extinctions. En outre, pour les lampes à deux bandes d'amorçage, la polarité peut être inversée toutes les huit heures.

Un essai d'allumage et de tenue sous tension réduite peut également être effectué.

Trois hersees sont prévues pour les essais de lampes de 0,60 m et 1,20 m.

c) Mesures des caractéristiques photométriques et électriques

Pour la détermination de ces caractéristiques, le tube est placé à l'intérieur d'un cylindre intégrant en tôle, muni d'une cellule photoélectrique Weston.

La mesure du flux lumineux est effectuée à puissance constante, comparativement à une lampe étalon ; le courant débité par la cellule est mesuré à l'aide d'un microampèremètre de précision.

Un wattmètre, un ampèremètre thermique et un électromètre mesurent respectivement la puissance de la lampe, le courant d'arc et la tension de fonctionnement.

d) Mesures de colorimétrie

Le colorimètre utilisé (fig. 22) possède quatre cellules photoélectriques munies chacune d'un filtre coloré : une cellule munie d'un filtre rouge, une cellule munie d'un filtre vert et deux cellules munies d'un filtre bleu. Les courants débités par la cellule rouge, la cellule verte et les deux cellules bleues montées en parallèle sont mesurés successivement à l'aide d'un microampèremètre de précision et permettent de déterminer les coordonnées trichromatiques de la lampe.

La mesure est effectuée à puissance constante, comparativement à une lampe étalon.

V — APPAREILS D'ESSAIS SUR LES ISOLANTS EN MATIÈRES THERMOPLASTIQUES OU THERMODURCISSABLES

1° - Plastomètre (fig. 23)

L'appareil est utilisé pour le contrôle de la thermoplasticité, suivant la norme française C 32-200, sur les gaines ou les enveloppes en chlorure de polyvinyle des conducteurs et des câbles.

L'éprouvette est placée entre les deux touches d'un micromètre, dans une enceinte dont la température est réglable de 30 à 120°C ; une charge pouvant varier entre 0,300 kg et 2 kg est appliquée sur l'une des touches. On apprécie la thermoplasticité de la matière en mesurant la diminution d'épaisseur de l'éprouvette.

2° - Mouton-pendule de 0,25 ou 0,50 kgm (fig. 24)

Cet appareil permet d'effectuer sur les isolants moulés ou stratifiés en matières thermodurcissables (céloron, par exemple), des essais de résistance aux chocs dans les conditions prévues par la norme française C 26-210.

L'essai consiste à rompre, sous le choc unique du mouton, un barreau entaillé de 120 × 15 × 10 mm reposant sur deux appuis ; le travail de rupture est rapporté à la section de l'éprouvette.

3° - Pendule Dynstat (fig. 25)

Le pendule Dynstat est utilisé également pour les essais de résistance aux chocs sur les isolants

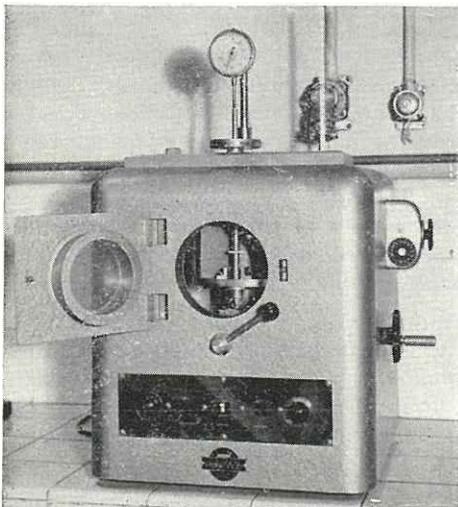


Fig. 23.
Plastomètre.

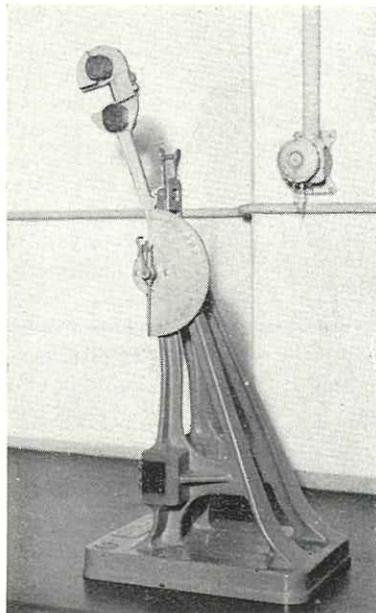


Fig. 24. — Mouton-pendule
de 0,25 ou 0,50 kgm.

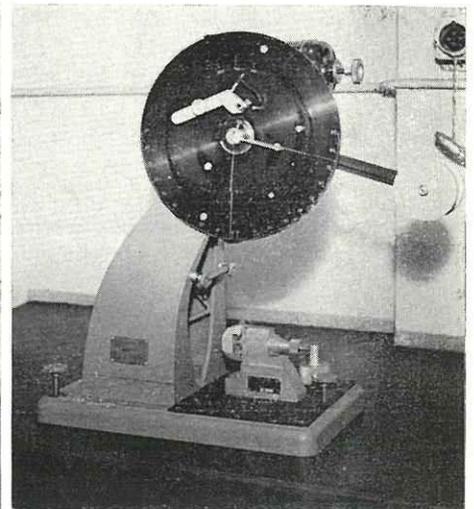


Fig. 25.
Pendule Dynstat.

moulés ou stratifiés ; il présente, sur l'appareil précédent, l'avantage de permettre le contrôle de pièces finies de faibles dimensions, les éprouvettes étant constituées par des plaquettes de 15 mm de longueur, 10 mm de largeur et d'épaisseur comprise entre 1,5 et 4,5 mm. Des essais de flexion sur ces mêmes éprouvettes peuvent, en outre, être effectués avec cet appareil.

Pour l'essai de résistance aux chocs (essai de résilience), l'éprouvette (entaillée ou non) est encastrée et le percuteur du pendule vient frapper la partie libre de l'éprouvette. Le travail de rupture est, suivant les auteurs, rapporté :

- soit à la section multipliée par l'épaisseur de l'éprouvette ;
- soit à un volume de référence (volume de l'éprouvette moins le volume non encastré au-dessus de la ligne d'impact de la masse pendulaire).

L'essai de flexion consiste à créer un moment fléchissant sur l'éprouvette (dont une partie est serrée entre des mors) au moyen du pendule utilisé pour l'essai de résilience.

4° - Appareil pour la mesure de la résistance à la combustion (fig. 26)

Cette mesure, dont les modalités sont définies par la norme française C 26-210, a pour objet de déterminer la résistance à la combustion des isolants moulés ou stratifiés à base de résines phénoplastes ou aminoplastes.

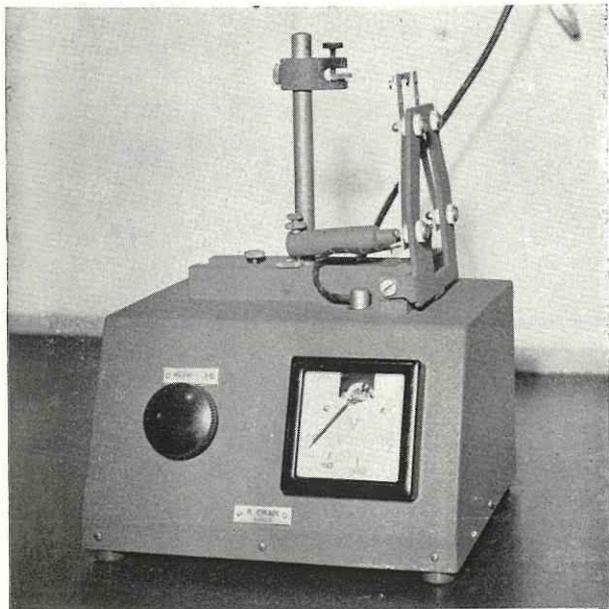


Fig. 26. — Appareil pour la mesure de la résistance à la combustion.

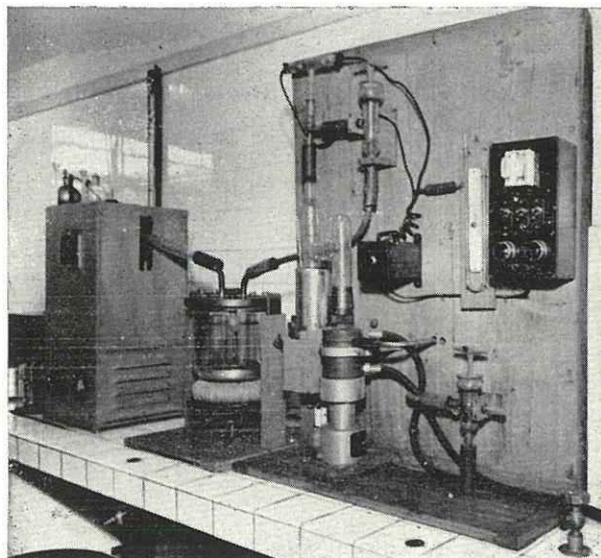


Fig. 27. — Appareil de distillation sous vide cathodique.

La méthode utilisée, dite méthode Schramm, consiste à appliquer sur une éprouvette un ruban chauffant porté à 950°C et à évaluer l'effet destructif produit en mesurant les pertes de poids et de longueur de l'éprouvette.

VI — APPAREIL DE DISTILLATION SOUS VIDE CATHODIQUE

Pour de nombreux produits (lubrifiants spéciaux, peintures, charges pour extincteurs), les essais de laboratoire ne peuvent fournir un critère suffisant de leur qualité ; il est nécessaire de les compléter par des essais pratiques d'utilisation. Si leurs résultats sont satisfaisants, ces produits font ensuite l'objet d'agréments prononcés par le laboratoire à qui il appartient de déterminer les caractéristiques d'identification qui lui permettront de juger par ses seuls moyens l'identité du produit livré avec celui agréé ; il ne peut être question, en effet, de refaire pour chaque réception des essais pratiques coûteux et parfois de longue durée.

Cette détermination pose parfois des problèmes délicats ; ce fut le cas notamment pour les huiles détergentes des moteurs diesel. Ces lubrifiants, constitués par un mélange d'huiles de base et d'additifs (dopes) sont agréés après essais sur moteur Petter à l'Institut Français du Pétrole ; chaque fabrication fait l'objet d'une réception en usine au cours de laquelle des échantillons d'huiles de base et d'additifs sont prélevés. Il est d'importance primordiale de s'assurer de l'identité des huiles de base

avec celles de l'huile agréée. Or, ces huiles sont elles-mêmes des mélanges complexes d'hydrocarbures et les caractéristiques habituellement retenues (densité, point d'éclair, point de fluage, viscosités, résidu Conradson, cendres, etc.) ne peuvent suffire pour déceler une modification de leur structure. Aussi a-t-on eu recours, pour les identifier, à leur distillation sous vide cathodique : on note les volumes des fractions recueillies et leurs températures de distillation ; ces valeurs permettent de tracer, pour des temps de chauffage donnés, une courbe de distillation caractéristique de l'huile, qui doit être reproduite lors de chaque réception. Sur les différentes fractions, on peut, en outre, effectuer éventuellement les essais habituels.

Ce mode opératoire présente l'avantage d'éviter le craquage qui se produit lors d'une distillation sous pression atmosphérique dès que la température atteint 300°C.

L'appareil utilisé (fig. 27) est décrit ci-après ; il a été étudié et réalisé par le laboratoire.

Le ballon de distillation contenant l'huile repose sur une calotte chauffée par des résistances électriques qui assurent une montée régulière et contrôlable de la température.

Après passage dans un réfrigérant, les distillats sont recueillis dans un appareil récepteur constitué par un récipient en verre, fermé par un couvercle en laiton portant la tubulure d'arrivée des distillats et celle de départ vers les pompes à vide.

A l'intérieur du récipient, un support circulaire maintient verticalement 10 tubes à essais calibrés, répartis autour de son axe ; en cours de distillation, l'opérateur, par l'intermédiaire d'une commande passant dans un joint étanche au centre du couvercle, peut placer successivement chaque tube sous la tubulure d'arrivée. Ce dispositif permet ainsi de séparer les différentes fractions passant à des températures déterminées et de mesurer leur volume avec exactitude.

Le vide dans l'appareil est assuré d'abord par une pompe à palettes qui abaisse la pression jusqu'à 0,01 mm de mercure, puis complété par une pompe à condensation de vapeurs de mercure qui peut réduire cette pression à la valeur de 10^{-3} mm de mercure. Le vide cathodique est atteint, lorsque toute lueur disparaît dans un tube cathodique intercalé dans le circuit d'aspiration.

Un manomètre à mercure mesure la dépression réalisée par la pompe à palettes.

En outre, afin d'éviter l'aspiration par les pompes à vide des vapeurs non condensées (humidité, fractions des produits légers) qui pourraient les détériorer, un condenseur est placé après l'appareil distributeur, dans un vase Dewar contenant un mélange de neige carbonique et d'acétone.

Avant de commencer la distillation sous vide cathodique, on effectue un dégazage de l'huile, sans chauffage, sous une pression de 10 mm de mercure maintenue pendant deux heures, la pompe à palettes étant seule en fonctionnement.

